

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-2877

(43) 公開日 平成8年(1996)1月9日

(51) Int.Cl.⁵
B 6 6 C 13/22

識別記号 庁内整理番号
M

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 4 F D (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願平6-270510

(22) 出願日 平成6年(1994)10月7日

(31) 優先権主張番号 特願平5-280463

(32) 優先日 平5(1993)10月13日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(31) 優先権主張番号 特願平6-104881

(32) 優先日 平6(1994)4月18日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000006622

株式会社安川電機

福岡県北九州市八幡西区黒崎城石2番1号

(72) 発明者 柴田 尚武

福岡県北九州市八幡西区黒崎城石2番1号

株式会社安川電機内

(72) 発明者 武口 美之

福岡県北九州市八幡西区黒崎城石2番1号

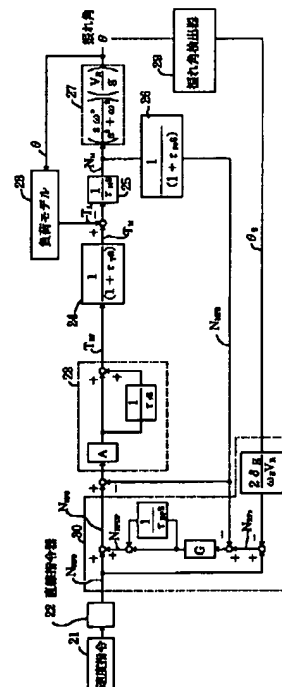
株式会社安川電機内

(54) 【発明の名称】 クレーンの振れ止め制御方法

(57) 【要約】

【構成】 トロリー台車を走行駆動する走行用電動機
の速度指令器より出力する速度指令信号と、前記走行用電動機
の負荷トルク演算値または前記走行用電動機の検出
速度と、振れ角検出器により検出した吊り荷の振れ角信号
と、吊り荷の巻上ロープの測定値から、吊り荷の振れ
にダンピング要素を付加して演算したダンピング制御速度
指令補正信号を前記速度指令に加算して得られた速度
指令信号と前記走行用電動機の速度検出信号との偏差から
比例および積分器または比例ゲインのみを持つ速度制御
器によりトルク指令を演算し、前記トルク指令に従って
走行用電動機を速度を制御し、前記走行用電動機の回
転軸から吊り荷の振れの運動に対しダンピング要素を生
成する制御機能を備えた走行駆動制御装置と、前記トロ
リー台車に設けた巻上機を駆動する巻上電動機と、前記
巻上電動機の駆動制御装置とを有する懸垂式クレーンの
振れ止めを行うものである。

【効果】 トロリー台車の走行加減速運転によって生じ
る吊り荷の振れを抑制し、トロリー台車の走行速度を高
く維持したクレーンの自動運転を可能にする。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 トロリー台車を走行駆動する走行用電動機と、前記走行用電動機速度検出器により検出した電動機速度帰還信号（ N_{MFB} ）と前記走行用電動機速度指令器の出力の速度指令信号（ N_{RF0} ）との偏差信号から比例および積分器または比例ゲインのみを持つ速度制御器によりトルク指令（ T_{RF} ）を演算し、前記トルク指令に従って走行用電動機のトルクを制御することにより前記走行用電動機速度を制御する制御機能を備えた走行駆動制御装置と、前記トロリー台車に設けた巻上機を駆動する巻上電動機と、前記巻上電動機の駆動制御装置とを有する懸垂式クレーンの振れ止め制御方法において、

吊り荷の振れ角検出器により検出した振れ角信号（ θ_E ）と設定したダンピング係数（ δ ）と重力の加速度（ g ）と走行用電動機定格速度に対応する前記トロリー台車走行速度（ V_R ）と前記巻上電動機速度検出器から得られる巻上ドラムから吊り荷までのロープ長の測定値（ L_E ）とから、次式、

$$N_{RF1} = N_{RF0} - 2\delta g \theta_E / (\omega_E V_R)$$

ただし、 $\omega_E = (g/L_E)^{1/2}$ 、 g は重力の加速度、 V_R は走行用電動機定格速度に対応する前記トロリー台車走行速度、の演算を行って求めた振れ止め速度指令（ N_{RF1} ）と電動機帰還信号（ N_{MFB} ）との偏差の信号を比例積分増幅器により増幅して得られた速度補正信号（ N_{RFDp} ）を速度指令器の出力の速度指令（ N_{RF0} ）に加算して補正速度指令信号（ N_{RF2} ）を求めるダンピング制御器を設け、前記ダンピング制御器により演算した補正速度指令信号（ N_{RF2} ）に従って前記走行用電動機の前記速度制御器により前記走行用電動機速度を制御することを特徴とするクレーンの振れ止め制御方法。

【請求項2】 請求項1記載のクレーンの振れ止め制御方法において、振れ止め速度指令（ N_{RF1} ）と電動機帰還信号（ N_{MFB} ）との偏差の信号を比例積分増幅器により増幅して得られた速度補正信号（ N_{RFDp} ）に代えて、振れ止め速度指令（ N_{RF1} ）と電動機帰還信号（ N_{MFB} ）から次式、

$$A_{RF} = s N_{RF1}$$

$A_{FB} = s N_{MFB}$ 、ただし s はラプラス演算子、の演算を行って求めたトロリー台車走行加減速度指令信号 A_{RF} とトロリー台車走行加減速度帰還信号 A_{FB} との偏差の信号を比例積分増幅器により増幅して得られた速度補正信号（ N_{RFDp} ）を、速度指令器の出力の速度指令（ N_{RF0} ）に加算して補正速度指令信号（ N_{RF2} ）を求めるダンピング制御器を設け、前記ダンピング制御器により演算した補正速度指令信号（ N_{RF2} ）に従って前記走行用電動機速度制御器により前記走行用電動機速度を制御することを特徴とするクレーンの振れ止め制御方法。

【請求項3】 前記走行用電動機の運転状態に応じて、複数のダンピング係数設定値のいずれかを任意に選択し

2

た信号を1次遅れ要素を介して生成した信号を最終的なダンピング係数設定値として、前記ダンピング制御器の演算に使用する請求項1または2項に記載のクレーンの振れ止め制御方法。

【請求項4】 請求項1から3項までのいずれか1項に記載のクレーンの振れ止め制御方法において、速度補正信号（ N_{RFDp} ）を、速度指令器の出力の速度指令（ N_{RF0} ）に加算して補正速度指令信号（ N_{RF2} ）を求めるダンピング制御器に代えて、前記速度補正信号（ N_{RFDp} ）を前記振れ止め速度指令（ N_{RF1} ）に加算して補正速度指令信号（ N_{RF2} ）を求めるダンピング制御器を設け、前記ダンピング制御器により演算した補正速度指令信号（ N_{RF2} ）に従って前記走行用電動機の前記速度制御器により前記走行用電動機速度を制御することを特徴とするクレーンの振れ止め制御方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、トロリー台車と巻上機を有する懸垂式クレーンの振れ止め制御方法に関する。

【0002】

【従来の技術】懸垂式クレーンは一般に、図11に示すように、トロリー台車1が車輪2によりレール3上を走行するようにしてあり、車輪2はトロリー台車1上に据え付けられた走行用電動機11により減速機12を介して回転駆動される。電動機11の回転軸には電磁ブレーキ13と走行用電動機11の速度を検出する速度検出器14が取り付けられている。トロリー台車1には巻上ドラム41を備えた巻上機4が据え付けられており、巻上用電動機42により減速機43を介して巻上ドラム41を回転駆動するようにしてある。巻上用電動機42の回転軸には電磁ブレーキ44と電動機速度検出用のパルス信号発生器45が取り付けられている。巻上ドラム41にはロープ5が巻付けられ、ロープ5により吊り荷6を吊り下げるようにしてある。トロリー台車1の走行速度制御は、走行駆動制御装置20により走行電動機11を制御するようにしてある。図13は走行駆動制御装置20のブロック図で、速度指令器21の速度指令信号を直線指令器22に入力し、そこで得られたランプ状の速度指令 N_{RF} と速度検出器14により検出した速度帰還信号 N_{MFB} との偏差を、比例ゲイン A および時定数 τ_I の積分器を持つ速度制御器23に入力して増幅し、速度指令信号 T_{RF} を出力する。さらに、速度指令信号 T_{RF} を一次遅れ時定数 τ_T にて電動機トルクを制御する電動機トルク制御器24に入力し、走行用電動機11のトルク T_M を制御し、走行用電動機11の速度を制御する。なお、速度帰還信号 N_{MFB} は電動機の回転速度を一次遅れ要素を介して生成したものである。25は走行用電動機11の機械的時定数 τ_M を表すブロックであり、 N_M は電動機の速度（ $p \cdot u$ ）である。26は1次遅れ要素を有するフィルタ、27は吊り荷の振れ角の運動モデルを表す

3

ブロック、28は電動機の負荷トルク T_L (p. u) の負荷モデルを表すブロックである。ブロック27において、 V_R は走行用電動機11の定格速度に対応するトロリー台車1の走行速度 (m/sec)、 g は重力の加速度 (m/sec²)、 ω は吊り荷6の振れの角周波数 (rad/sec) であり、ロープ5の長さを L (m) とすると、 $\omega = (g/L)^{1/2}$ で表される。 θ はロープ5の振れ角 (rad) である。負荷ブロック28において、 m_0 はトロリー台車1の荷重 (p. u)、 m_1 は吊り荷6の重量 (p. u) である。 k_1 はトロリー台車1と吊り荷6の重量によって発生する摩擦トルクの、トロリー台車の走行駆動軸に換算する摩擦トルク換算係数である。図13の走行駆動制御装置20において、速度指令21により高速あるいは低速の速度指令信号を直線指令器22に入力して得られるランプ状の加減速度指令 N_{RF} に従ってトロリー台車1の走行速度の制御を行うと、トロリー台車1の加減速に対応して吊り荷の周期的な振れが発生する。このロープ5の振れ角は、トロリー台車1の走行加減速度が大きくなれば、それだけ大きくなる。この問題の解決手段として、従来、トロリー台車の加減速中に操作者が手動操作によって吊り荷の振れ状態に合わせてトロリー台車の走行速度を変化させて、吊り荷の周期的な振れを止めていた。図14は、速度指令と電動機速度、吊り荷の振れ角、電動機トルク、負荷トルクの関係を示し、トロリー台車走行加減速運転中に継続して吊り荷の周期的な振れが発生し、トロリー台車の不安定な可変速特性を示している。なお、吊り荷の振れ角 θ は(°)で表してある。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】ところが、上記構成では吊り荷の周期的な振れを止めるためにクレーンの操作者が、吊り荷の振れの状態を見てトロリー台車の走行の加減速操作を行わなければならないので、遠隔からの操作や自動運転を行うには、トロリー台車の走行加減速を非常に緩やかにせざるを得ず、クレーンの搬送能力を著しく低下させるという欠点があった。本発明は、トロリー台車の走行加減速運転によって生じる吊り荷の周期的な振れを抑制し、トロリー台車の走行速度を高く維持したクレーンの自動運転を可能にすることを目的とするものである。

【0004】

【課題を解決するための手段】本発明は、トロリー台車を走行駆動する走行用電動機と、前記走行用電動機の実速度検出器により検出した電動機速度帰還信号 (N_{MFB}) と前記走行用電動機の実速度指令器の出力の速度指令信号 (N_{RF0}) との偏差信号から比例および積分器または比例ゲインのみを持つ速度制御器によりトルク指令 (T_{RF}) を演算し、前記トルク指令に従って走行用電動機のトルクを制御することにより前記走行用電動機の実速度を制御する制御機能を備えた走行駆動制御装置と、前

4

記トロリー台車に設けた巻上機を駆動する巻上電動機と、前記巻上電動機の駆動制御装置とを有する懸垂式クレーンの振れ止め制御方法において、吊り荷の振れ角検出器により検出した振れ角信号 (θ_E) と設定したダンピング係数 (δ) と重力の加速度 (g) と走行用電動機定格速度に対応する前記トロリー台車走行速度 (V_R) と前記巻上電動機速度検出器から得られる巻上ドラムから吊り荷までのロープ長の測定値 (L_E) とから、次式、

$$N_{RF1} = N_{RF0} - 2\delta g \theta_E / (\omega_E V_R)$$

ただし、 $\omega_E = (g/L_E)^{1/2}$ 、 g は重力の加速度、 V_R は走行用電動機定格速度に対応する前記トロリー台車走行速度、の演算を行って求めた振れ止め速度指令 (N_{RF1}) と電動機帰還信号 (N_{MFB}) との偏差の信号を比例積分増幅器により増幅して得られた速度補正信号 (N_{RFDp}) を速度指令器の出力の速度指令 (N_{RF0}) に加算した補正速度指令信号 (N_{RF2}) を求めるダンピング制御器を設け、前記ダンピング制御器により演算した補正速度指令信号 (N_{RF2}) に従って前記走行用電動機の前記速度制御器により前記走行用電動機の実速度を制御するものである。

【0005】また、振れ止め速度指令 (N_{RF1}) と電動機帰還信号 (N_{MFB}) との偏差の信号を比例積分増幅器により増幅して得られた速度補正信号 (N_{RFDp}) に代えて、振れ止め速度指令 (N_{RF1}) と電動機帰還信号 (N_{MFB}) から次式、

$$A_{RF} = s N_{RF1}$$

$A_{FB} = s N_{MFB}$ 、ただし s はラプラス演算子、の演算を行って求めたトロリー台車走行加減速度指令信号 A_{RF} とトロリー台車走行加減速度帰還信号 A_{FB} との偏差の信号を比例積分増幅器により増幅して得られた速度補正信号 (N_{RFDp}) を、速度指令器の出力の速度指令 (N_{RF0}) に加算した補正速度指令信号 (N_{RF2}) を求めるダンピング制御器を設け、前記ダンピング制御器により演算した補正速度指令信号 (N_{RF2}) に従って前記走行用電動機の実速度制御器により前記走行用電動機の実速度を制御するものである。また、前記走行用電動機の運転状態に応じて、複数のダンピング係数設定値のいずれか一を任意に選択した信号を1次遅れ要素を介して生成した信号を最終的なダンピング係数設定値として、前記ダンピング制御器の演算に使用するものである。また、速度補正信号 (N_{RFDp}) を、速度指令器の出力の速度指令 (N_{RF0}) に加算して補正速度指令信号 (N_{RF2}) を求めるダンピング制御器に代えて、前記速度補正信号 (N_{RFDp}) を前記振れ止め速度指令 (N_{RF1}) に加算した補正速度指令信号 (N_{RF2}) を求めるダンピング制御器を設け、前記ダンピング制御器により演算した補正速度指令信号 (N_{RF2}) に従って前記走行用電動機の前記速度制御器により前記走行用電動機の実速度を制御するものである。

【0006】

50

5

【作用】次に、吊り荷の周期的な振れを抑制する時の本発明の方法による制御装置の作用および吊り荷の振れの振動抑制原理を説明する。まず、第1の発明による制御装置の作用について説明する。図12において、トロリー台車の走行速度を V_1 (m/sec)、ロープの長さを L (m)とすると、吊り荷の振れ角 θ (rad)を求める公知の運動方程式は下記の数式1に示すとおりである。

【0007】

【数1】

$$\frac{d^2 \theta}{dt^2} + \omega^2 \theta = \left(\frac{\omega^2}{g} \right) \frac{dV_1}{dt} \quad , \text{但し、} \omega = \sqrt{\frac{g}{L}}$$

【0008】トロリー台車走行速度 V_1 と走行用電動機速度 N_M との間には下記数式2に示す関係がある。

【0009】

【数2】

$$V_1 = V_R N_M$$

【0010】数式1に数式2を代入すると下記数式3が得られる。

【0011】

【数3】

$$\frac{d^2 \theta}{dt^2} + \omega^2 \theta = \left(\frac{\omega^2 V_R}{g} \right) \frac{dN_M}{dt}$$

【0012】数式3をラプラス演算子 s を用いて表すと下記数式4が得られる。

【0013】

【数4】

$$s^2 \theta(s) + \omega^2 \theta(s) = \left(\frac{\omega^2 V_R}{g} \right) s N_M(s)$$

【0014】数式4より $\theta(s)$ を求めると下記数式5 30 が得られる。

【0015】

【数5】

$$\theta(s) = \left(\frac{\omega^2 s}{s^2 + \omega^2} \right) \left(\frac{V_R}{g} \right) N_M(s)$$

【0016】数式5は図1のブロック27の吊り荷の振れ角の運動モデルと等価であることを示している。 $t=0$ で $\theta=0$ より、一定の加速度 α (p.u/sec)で走行用電動機を加速する時の $\theta(t)$ を数式4より求めてみると、下記数式6が得られる。

【0017】

【数6】

$$\theta(t) = \left(\frac{V_R \alpha}{g} \right) (1 - \cos \omega t)$$

【0018】数式6は振れ角 θ が振動することを示している。トロリー台車が加速開始と共に、振動が始まり、加速が終わっても吊り荷の振れの振動を減衰させる力は空気の抵抗等であり、振れが止まるまでにはかなりの時間を要する。この振れの振動にダンピングをかけるには、数式4の右辺の $N_M(s)$ が $-\theta$ の関数を含むよう 50

6

に $N_M(s)$ を制御すれば良いので、数式4の右辺を下記数式7の右辺のように分ける。

【0019】

【数7】

$$\left(\frac{\omega^2 V_R}{g} \right) s N_M(s) = \left(\frac{\omega^2 V_R}{g} \right) s N_{M0}(s) - 2 \delta \omega s \theta(s)$$

但し、 δ は吊り荷の振れ振動のダンピング係数である。

【0020】ただし、 δ は振れ振動のダンピング係数、 N_{M0} は前記電動機速度 N_M における前記速度指令器により出力される速度指令 N_{RFO} に比例する速度成分である。数式7の両辺に $g/(\omega^2 V_R s)$ を乗じて、 $\theta(s)$ について整理すると下記数式8が得られる。

【0021】

【数8】

$$N_M(s) = N_{M0}(s) - \left(\frac{2 \delta g}{\omega V_R} \right) \theta(s)$$

【0022】前記電動機速度 N_M における前記速度指令 N_{RFO} (p.u)に比例する信号成分 N_{M0} (p.u)は、前記速度指令 N_{RFO} (p.u)に等しいので、下記 20 数式9が得られる。

【0023】

【数9】

$$N_M(s) = N_{RFO}(s) - \left(\frac{2 \delta g}{\omega V_R} \right) \theta(s)$$

【0024】数式9の右辺の第2項は、振れを抑制するためのダンピング信号であり、振れ角 θ と角周波数 ω との関数となっている。すなわち、このことは、電動機速度 N_M (p.u)が数式9を満足する速度となるように走行駆動制御装置に速度指令を与えれば良いことを意味している。前記9式において、角周波数 ω をロープ長さ測定値 L_E を用いて、下記数式10に基づいて演算した角周波数演算値 ω_E に置換え、更に前記吊り荷の振れ角 θ を前記振れ角検出器により検出した振れ角信号 θ_E に置換えると、下記数式11を得る。

【0025】

【数10】

$$\omega_E = \sqrt{\frac{g}{L_E}}$$

【0026】

【数11】

$$N_M = N_{RFO} - \left(\frac{2 \delta g}{\omega_E V_R} \right) \theta_E$$

【0027】前記数式11において、右辺を走行速度指令信号 N_{RF1} 、左辺を走行速度帰還信号 N_{MFB} に置き換えると、下記数式12および下記数式13を得る。

【0028】

【数12】

$$N_{RF1} = N_{RFO} - \left(\frac{2 \delta g}{\omega_E V_R} \right) \theta_E$$

【0029】

【数13】

$$N_{MFB} = N_M$$

【0030】以上により、前記速度指令器の出力信号 N_{RFO} を前記数式12の走行速度指令 N_{RF1} と走行速度帰還信号 N_{MFB} との偏差が0に近づくように補正することによって得られた補正速度指令 N_{RF2} を、走行駆動制御装置に与えて走行用電動機

10

の速度をこの速度指令に追従するように制御する。このように制御して、吊り荷の振れのダンピング要素が生成されるように作用して、吊り荷の振れの振動が抑制可能となる。

【0031】次に、第2の発明による制御装置の作用について説明する。数式7の両辺に、 $g/(\omega^2 V_R)$ を乗じ、前記電動機速度 N_M における前記速度指令 N_{RFO} に比例する信号成分 N_{M0} を前記速度指令 N_{RFO} に置き換え、 $\theta(s)$ について整理すると、下記数式14が得られる。

【0032】

【数14】

$$sN_M(s) = sN_{RFO}(s) - \left(\frac{2 \delta g}{\omega V_R} \right) s \theta(s)$$

【0033】前記数式14において、各周波数 ω をロープ長さ測定値 L_E を用いて、前記数式10に基づいて演算した各周波数演算値 ω_E に置き換え、更に前記吊り荷の振れ角 θ を前記振れ角検出器により検出した振れ角 θ_E に、走行電動機速度 N_M を走行速度帰還信号に置き換え、更に、前記数式14の右辺を走行加減速度指令信号 A_{RF} 、数式14の左辺を走行加減速度帰還信号 A_{FB} と置き換えると、数式15および数式16を得る。

【0034】

【数15】

$$A_{RF} = s [N_{RFO} - \left(\frac{2 \delta g}{V_R} \right) \left(\frac{\theta_E}{\omega_E} \right)]$$

【0035】

【数16】

$$A_{FB} = sN_{MFB}$$

【0036】以上により、前記速度指令 N_{RFO} 、前記トリ走行速度制御装置の速度帰還信号 N_{MFB} および前記振れ角検出信号 θ_E から、前記数式15の走行加減速度指令信号 A_{RF} と、前記数式16の走行加減速度帰還信号 A_{FB} との偏差信号が0に近づくように、前記速度指令器の出力信号 N_{RFO} を補正することによって得られた速度指令 N_{RF2} を走行駆動制御装置に与えて、走行用電動機の速度をこの速度指令 N_{RF2} に追従するように制御する。このような制御により、吊り荷の運動にダンピング要素が生成されるように作用して、吊り荷の周期的な振

50

れが抑制可能となる。

【0037】次に、第3の発明による制御装置の作用について説明する。前記第1の発明において、前記数式12の走行速度指令 N_{RF1} を前記走行速度指令 N_{RF1} と走行速度帰還信号 N_{MFB} との偏差が0に近づくように補正することによって得られた補正速度指令 N_{RF2} を、走行駆動制御装置に与えて走行用電動機の速度をこの速度指令に追従するように制御する。このように制御して、吊り荷の振れのダンピング要素が生成されるように作用して、同様に吊り荷の振れの振動が抑制可能となる。

【0038】次に第4の発明による制御装置の作用について説明する。前記第2の発明において、前記数式12の走行速度指令 N_{RF1} 、前記トリ走行速度制御装置の速度帰還信号 N_{MFB} から前記数式15の走行加減速度指令信号 A_{RF} と、前記数式16の走行加減速度帰還信号 A_{FB} との偏差信号が0に近づくように、前記走行速度指令信号 N_{RF1} を補正することによって得られた速度指令 N_{RF2} を走行駆動制御装置に与えて、走行用電動機の速度をこの速度指令 N_{RF2} に追従するように制御する。このような制御により、吊り荷の運動にダンピング要素が生成されるように作用して、同様に吊り荷の周期的な振れが抑制可能となる。

【0039】

【実施例】本発明を図に示す実施例について説明する。図1は本発明の第1の実施例を示し、速度制御器を有するトリ台車の走行駆動制御装置のブロック図である。なお、従来例の説明で示した図11および図12と同じ構成要素については同じ名称、同じ符号を用いて説明を省略する。走行用電動機11の駆動軸に取りつけられた速度検出器14の信号を速度指令器21の出力信号 N_{RFO} にダンピング制御速度指令補正信号 N_{RDFP} を加えて得られる補正速度指令信号 N_{RF2} に帰還する場合、1次遅れ要素を有するフィルタ26を通した信号 N_{MFB} を帰還するものである。前記の補正速度指令信号 N_{RF2} と電動機速度帰還信号 N_{MFB} とその偏差を速度制御器23に入力すると、その速度偏差信号に比例ゲインAを乗じた信号と、更にその信号を時定数 τ_I にて積分した信号とを加えた信号をトルク指令信号 T_{RF} として出力する。速度制御器23が比例ゲインAのみを持つ場合は、その速度偏差信号にAを乗じた信号を T_{RF} として出力する。29は吊り荷の振れ角 θ を検出する振れ角検出器で、トリ台車1上に設けてある。

40

【0040】次に、ダンピング制御器30の動作について説明する。ダンピング制御器30は、前記振れ角検出器29によって検出された振れ角 θ に比例する振れ角検出信号 θ_E (rad)と設定したダンピング係数 δ (p.u)、重力の加速度 g (m/sec²)、走行用電動機11の定格速度に対応するトリ台車1の走行速度 V_R (m/sec)、巻上電動機42の駆動軸に取りつけられた速度検出用パルス信号を発生する速度検出

器45のパルスを計数することによって得られる巻上ドラム41から吊り荷6までのロープ長の測定値 L_E (m) から前記数式12に基づき、振れ止め速度指令信号 N_{RF1} (p. u) を演算する。前記振れ止め速度指令信号 N_{RF1} と電動機速度帰還信号 N_{MFB} との偏差を比例積分増幅器により増幅することにより、振れ止めダンピング制御速度指令補正信号 N_{RFDP} が得られる。速度指令器21の出力の速度指令 N_{RF0} に振れ止めダンピング制御速度指令補正信号 N_{RFDP} (p. u) を加算した速度指令信号 N_{RF2} (p. u) を速度指令として速度検出信号 N_{MFB} (p. u) との偏差を速度制御器23に入力すると、速度制御器23は電動機速度 N_M が、この速度指令信号 N_{RF2} に追従するように速度制御を行う。この制御方法により、吊り荷の振れの振動には、設定されたダンピング係数 δ にてダンピングがかかり、吊り荷の周期的な振れが抑制される。

【0041】次に、本発明の第2の実施例を図2に基づいて説明する。前記第1の発明の実施例に示されているクレーンの振れ止め制御方法において、走行用電動機11を運転状態に応じて、ダンピング係数切替器31により、複数のダンピング係数設定値 $\delta_1 \sim \delta_n$ の中から、スイッチ $SW_1 \sim SW_n$ を切り替えて任意の一つのダンピング係数設定値信号を選択し、出力する。ダンピング係数切替器31により選択されたダンピング係数設定値信号をダンピング係数切替調整器32に入力すると、前記選択されたダンピング係数設定値信号は、1次遅れ要素を介してダンピング係数設定値信号 δ として生成される。例えば、ダンピング係数切替器31の出力信号は、 δ_1 から δ_2 切り替えると、ダンピング係数切替器31の出力信号は δ_1 から δ_2 に瞬間的に変化するが、ダンピング係数切替調整器32の出力側の信号が緩やかに変化する結果、ダンピング制御器30によるダンピング制御の速度補正信号 N_{RFDP} の演算に直接的な遅れを生じることなく、クレーンの振れ止め制御を安定して行うことができる。図9は、従来例の図14に対応する本発明の振れの振動抑制方法を適用した場合のトロリー台車の特性を示している。ここで、吊り荷の振れが十分に抑制され、従来例で示した図14の特性に比べてトロリー台車の安定した可変速特性を示していることがわかる。

【0042】図3は本発明の第3の実施例を示すブロック図である。この場合、前記数式15および数式16に基づき、演算した走行加減速度指令信号 A_{RF} と走行加減速度帰還信号 A_{FB} との偏差信号を比例積分増幅器により増幅することにより、振れ止めダンピング制御速度指令補正信号 N_{RFDP} が得られる。第1の実施例と同様に、速度指令器21の出力の速度指令 N_{RF0} に振れ止めダンピング制御速度指令補正信号 N_{RFDP} (p. u) を加算した速度指令信号 N_{RF2} (p. u) を速度指令として速度検出信号 N_{MFB} (p. u) との偏差を速度制御器23に入力すると、速度制御器23は電動機速度 N_M が、この速

度指令信号 N_{RF2} に追従するように速度制御を行う。図10は、従来例の図14に対応する本発明の振れの振動抑制方法を適用した場合のトロリー台車の特性を示している。ここで、吊り荷の振れが十分に抑制され、従来例で示した図14の特性に比べてトロリー台車の安定した可変速特性を示しており、よりきめ細かな振れ止め制御ができる。

【0043】図4は本発明の第4の実施例を示すブロック図で、前記第3の実施例に示されているレーンの振れ止め制御方法において、第2の実施例で示したように、走行用電動機11を運転状態に応じて、ダンピング係数切替器31により、複数のダンピング係数設定値 $\delta_1 \sim \delta_n$ の中から、スイッチ $SW_1 \sim SW_n$ を切り替えて任意の一つのダンピング係数設定値信号を選択し、出力するもので、第2の実施例と同様の効果が得られる。図5は、本発明の第5の実施例を示すブロック図である。この場合、前記数式12に基づき、演算した走行速度指令信号 N_{RF1} と走行速度帰還信号 N_{MFB} との偏差信号を比例積分増幅器により増幅して得られた振れ止めダンピング制御速度指令補正信号 N_{RFDP} (p. u) を前記数式12の走行速度指令信号 N_{RF1} に加算した速度指令信号 N_{RF2} (p. u) を速度指令として速度検出信号 N_{MFB} (p. u) との偏差を速度制御器23に入力すると、速度制御器23は電動機速度 N_M が、この速度指令信号 N_{RF2} に追従するように速度制御を行う。この制御方法により、前記振れ止めダンピング制御速度指令補正信号の比例積分増幅器の増幅率が小さな値でも、吊り荷の周期的な振れを抑制することができる。

【0044】図6は本発明の第6の実施例を示すブロック図である。前記第5の実施例で示されているクレーンの振れ止め制御方法において、前記第2の実施例で示したように、走行用電動機11を運転状態に応じて、ダンピング係数切替器31により、複数のダンピング係数設定値 $\delta_1 \sim \delta_n$ の中から、スイッチ $SW_1 \sim SW_n$ を切り替えて任意の一つのダンピング係数設定値信号を選択し、出力するもので、第2の実施例と同様の効果が得られる。図7は本発明の第7の実施例を示すブロック図である。この場合、前記数式15および数式16に基づき、演算した走行加減速度指令信号 A_{RF} と走行加減速度帰還信号 A_{FB} との偏差信号を比例積分増幅器により増幅することにより、振れ止めダンピング制御速度指令補正信号 N_{RFDP} が得られる。第5の実施例と同様に、走行速度指令 N_{RF1} に振れ止めダンピング制御速度指令補正信号 N_{RFDP} (p. u) を加算した速度指令信号 N_{RF2} (p. u) を速度指令として速度検出信号 N_{MFB} (p. u) との偏差を速度制御器23に入力すると、速度制御器23は電動機速度 N_M が、この速度指令信号 N_{RF2} に追従するように速度制御を行う。この制御方法により、前記振れ止めダンピング制御速度指令補正の比例積分増幅器の増幅率が小さな値でも、よりきめ細かな振れ止め

11

制御ができる。図8は、本発明の第8の実施例を示すブロック図で、前記第7の実施例に示されているクレーンの振れ止め制御方法において、第2の実施例で示したように、走行用電動機11を運転状態に応じて、ダンピング係数切替器31により、複数のダンピング係数設定値 $\delta_1 \sim \delta_n$ の中から、スイッチ $SW_1 \sim SW_n$ を切り替えて任意に一つのダンピング係数設定値信号を選択し、出力するもので、第2の実施例と同様の効果が得られる。

【0045】

【発明の効果】以上述べたように、本発明によれば、トロリー台車の走行加減速中に発生する吊り荷の周期的な振れが抑制され、クレーンの操作者の手動操作によって振れを止める必要がなくなる結果、トロリー台車的高速走行が可能となり、クレーンの自動運転による搬送能力を著しく向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の走行駆動制御装置の第1の実施例を示すブロック図である。

【図2】本発明の走行駆動制御装置の第2の実施例を示すブロック図である。

【図3】本発明の走行駆動制御装置の第3の実施例を示すブロック図である。

【図4】本発明の走行駆動制御装置の第4の実施例を示すブロック図である。

【図5】本発明の走行駆動制御装置の第5の実施例を示すブロック図である。

【図6】本発明の走行駆動制御装置の第6の実施例を示すブロック図である。

【図7】本発明の走行駆動制御装置の第7の実施例を示すブロック図である。

12

【図8】本発明の走行駆動制御装置の第8の実施例を示すブロック図である。

【図9】本発明の第1の発明のトロリー台車の走行駆動制御装置の加減速特性図である。

【図10】本発明の第3の実施例のトロリー台車の走行駆動制御装置の加減速特性図である。

【図11】巻上機を据えつけたトロリー台車を走行させる懸垂式クレーンの構成説明図である。

【図12】トロリー台車走行装置が吊り荷の加重により受ける力学的関係を示す説明図である。

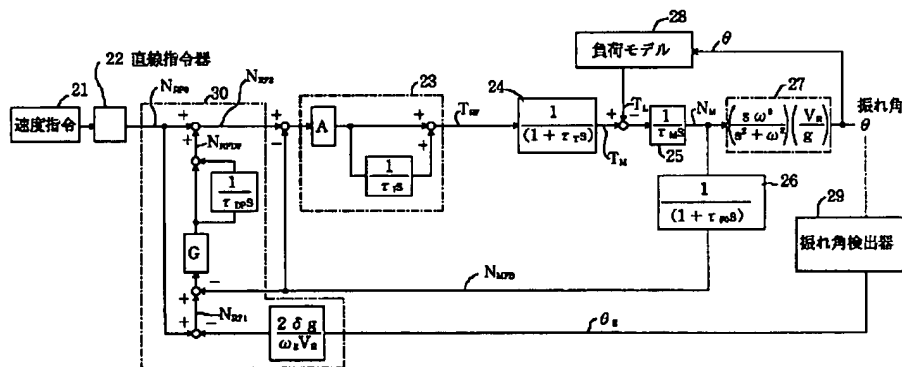
【図13】従来例の走行駆動装置を示すブロック図である。

【図14】従来例の走行駆動装置の加減速特性図である。

【符号の説明】

| | |
|-----------------|------------------|
| 1 トロリー台車 | 11 走行用電動機 |
| 14 速度検出器 | 2 車輪 |
| 3 レール | 4 巻上機 |
| 41 巻上ドラム | 42 巻上用電動機 |
| 45 速度検出器 | 21 速度指令器 |
| 22 直線指令器 | 23 速度制御器 |
| 24 電動機トルク制御器 | 25 走行用電動機の機械的時定数 |
| 26 速度検出フィルタ | 29 吊り荷の振れ角検出器 |
| 30 ダンピング制御器 | 31 ダンピング係数切替器 |
| 32 ダンピング係数切替調整器 | |

【図1】



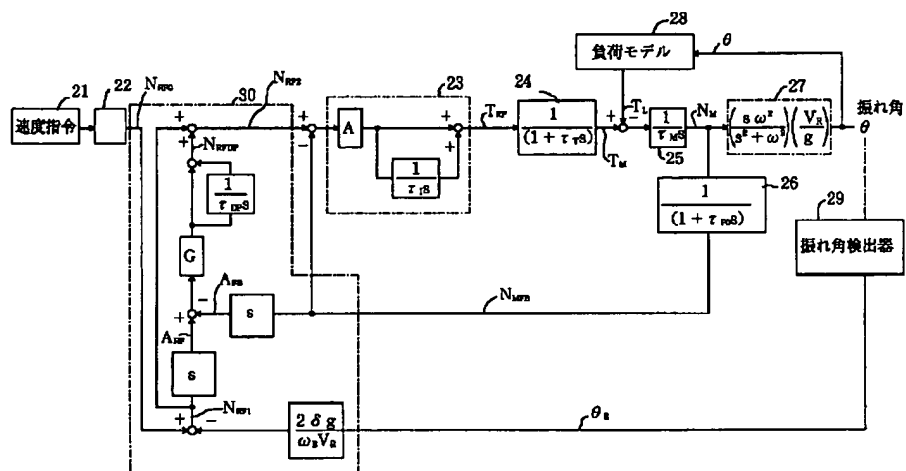
[illegible]

The diagram illustrates a control system for a synchronous generator. The main components and their interconnections are as follows:

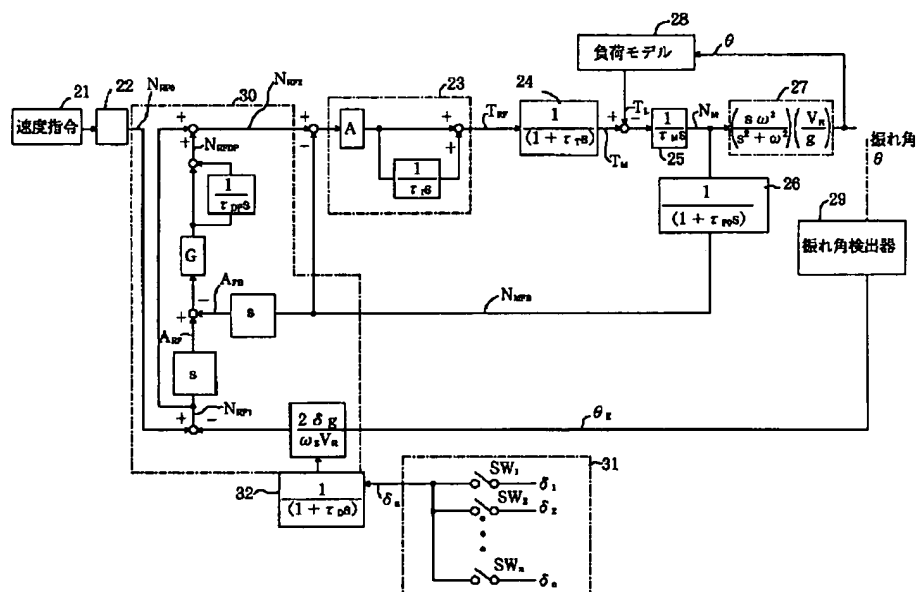
- Speed Command (21):** Provides the reference speed N_{sp} to the governor (23).
- Governor (23):** A feedback control block that calculates the speed error $N_{sp} - N_{me}$ and generates the turbine reference T_{sp} . It includes a feedback path with a gain G and a time constant τ_{gs} .
- Turbine (24):** A first-order system with time constant T_M that produces the mechanical torque T_M .
- Generator (25):** A first-order system with time constant τ_{ms} that produces the mechanical power N_m .
- Load Model (28):** A block that receives the terminal voltage V_t and the load angle θ to calculate the load power N_L .
- Synchronous Generator Model (27):** A block that calculates the electrical power N_e based on the mechanical power N_m and the load power N_L . It includes a feedback path with a gain $\frac{1}{\tau_{ms}}$.
- Load Angle Detector (29):** A block that measures the load angle θ and provides feedback to the governor (23) and the load model (28).
- Generator Dynamics (30):** A block that calculates the generator's mechanical and electrical power balance, including the mechanical power N_{me} and the electrical power N_{em} .
- Generator Output (31):** A block that calculates the generator's output power P_g based on the mechanical power N_m and the load angle θ .
- Generator Parameters (32):** A block that calculates the generator's parameters, including the mechanical power N_{me} and the electrical power N_{em} .

Figure 1 is a block diagram of a control system. The system starts with a "速度指令" (Velocity Command) block 21, which feeds into a "直線指令器" (Linear Command Generator) block 22. Block 22 outputs a signal N_{serv} to a summing junction 30. Block 30 also receives feedback signals N_{serv} and $-N_{serv}$ from blocks 27 and 26 respectively. The output of block 30 passes through a block $\frac{1}{\tau_p s}$ and a gain block G . This signal is then summed with N_{serv} at another junction, passing through block 23 (containing block A and $\frac{1}{\tau_p s}$) to produce T_{mv} . T_{mv} passes through block 24 ($\frac{1}{(1 + \tau_s s)}$) and is summed with T_{mv} from block 25 ($\frac{1}{\tau_m s}$) to produce T_l . T_l passes through block 28 (Load Model) to produce the output angle θ . A feedback path from θ passes through block 27 ($\frac{s \omega^*}{s^2 + \omega^2} \left(\frac{V_g}{G} \right)$) to produce N_{serv} . Another feedback path from θ passes through block 29 (Angle Detector) to produce θ_s , which then passes through block 32 ($\frac{1}{(1 + \tau_0 s)}$) and a switch bank 31 (containing switches SW_1 to SW_n) to produce δ_s . δ_s is fed back to block 30 as $-N_{serv}$.

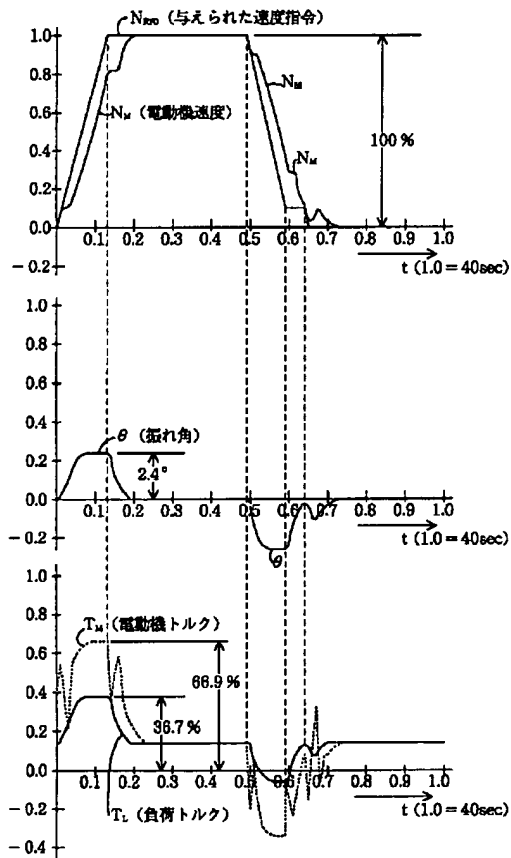
【図7】



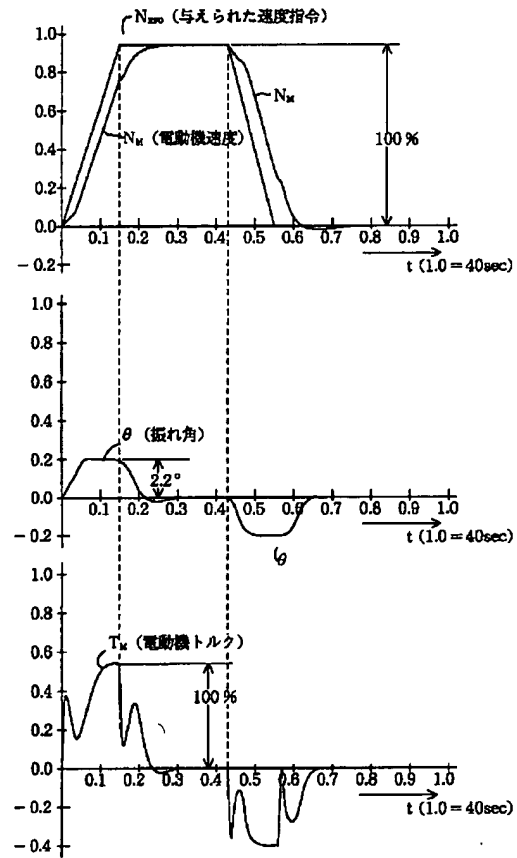
【図8】



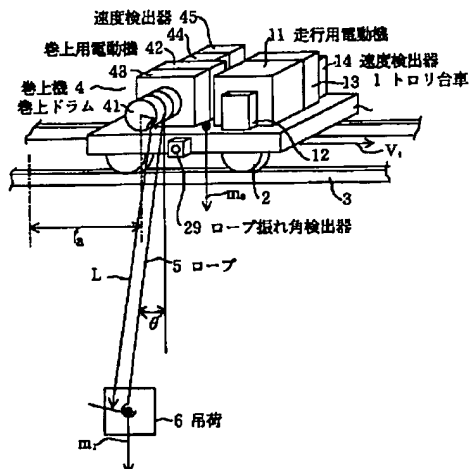
【図9】



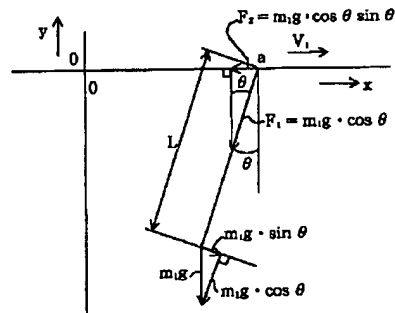
【図10】



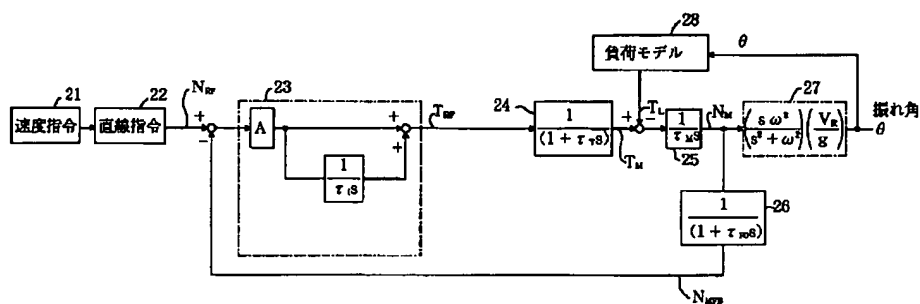
【図11】



【図12】



【図13】



【図14】

